



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 04 589 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 01 N 3/04
G 01 N 3/08
G 01 L 1/22

⑳ Aktenzeichen: P 42 04 589.4
㉑ Anmeldetag: 15. 2. 92
㉒ Offenlegungstag: 19. 8. 93

DE 42 04 589 A 1

㉑ Anmelder:

MTU Motoren- und Turbinen-Union München GmbH,
8000 München, DE

㉒ Erfinder:

Lechner, Karl, 8038 Gröbenzell, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉓ Werkstoffprüfvorrichtung für Zug- oder Druckversuche

㉔ Werkstoffprüfvorrichtung für Zug- oder Druckversuche von Prüfkörpern mit automatischem Biegemomentenausgleich im Prüfkörper, wobei die beiden Probeneinspannköpfe mit jeweils drei piezoelektrischen Linearstellelementen versehen sind, deren Verstellrichtung parallel zur Prüfkraftrichtung verläuft und die Stellelemente in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks angeordnet sind und jedem Stellelement ein Kraftmeßsensor zugeordnet ist. Durch reglergesteuertes Längsverstellen der Stellelemente, bis diese jeweils mit der gleichen Zug- bzw. Druckkraft beansprucht werden, erfolgt eine weitgehend biegemomentenfreie Einspannung des Prüfkörpers.

DE 42 04 589 A 1

Die Erfindung betrifft eine Werkstoffprüfvorrichtung für Zug- oder Druckversuche von Prüfkörpern mit Biegemomentenausgleich im Prüfkörper, wobei der Prüfkörper im wesentlichen in Prüfkrafttrichtung ausgerichtet, zwischen zwei gegenüberliegende Probeneinspannköpfe einspannbar ist und die Probeneinspannköpfe jeweils mit einem Zug- bzw. Druckkraft erzeugenden Anker verbunden sind.

Bei der statischen als auch dynamischen Prüfung von Werkstoffproben unterliegt der Prüfkörper infolge von Fluchtungsfehlern, Fertigungsungenauigkeiten des Prüfkörpers und Ungenauigkeiten der Prüfmaschine einer mehr oder minder großen Biegemomentenbeanspruchung. Diese zusätzlichen Biegemomente überlagern sich der Prüfbeanspruchung und führen zur Verfälschung der Prüfergebnisse. Geringe Zentrierfehler wirken sich insbesondere bei sehr steifen Proben und spröden Werkstoffen (z. B. Keramik) extrem stark auf die Biegemomentenerhöhung aus. Werden Proben einer Druckprüfung unterzogen, dann besteht bei sehr langen Proben und bei Mittelpunktversatz der Einspannvorrichtung eine zunehmende Ausknickgefahr. Für ein möglichst exaktes Meßergebnis ist daher von großer Bedeutung, diese Biegemomente weitgehend zu reduzieren bzw. zu kompensieren. Voraussetzung hierfür ist jedoch die Ermittlung des auftretenden Biegemoments im Prüfkörper.

Bisherige Methoden messen das Biegemoment mittels auf dem Prüfkörper aufgebrachter Dehnmeßstreifen (DMS) mit angeschlossenem DMS-Verstärker. Hierzu werden die DMS zunächst bei noch nicht eingespanntem Prüfkörper, d. h. im spannungsfreiem Zustand des Prüfkörpers, mit Hilfe des DMS-Verstärkers abgeglichen. Anschließend wird der Prüfkörper in die Prüfvorrichtung eingespannt, ohne jedoch eine Prüflast aufzubringen. Im eingespannten Zustand werden die nun auftretenden Spannungen gemessen und durch entsprechende Justiervorgänge des oberen und unteren Probeneinspannkopfes versucht, den Prüfkörper biegemomentenfrei auszurichten. Dieser Vorgang ist extrem zeitaufwendig und kostenintensiv. Insbesondere dann, wenn durch temperaturbedingte Dehnungen die Justiervorgänge wiederholt durchgeführt werden müssen. Soll der Prüfkörper zudem extremen Temperaturen ausgesetzt werden, dann können bei dieser Anordnung Fehler unbestimmbarer Größe auftreten, da eine hinreichend genaue Biegemomentkompensation nicht mehr möglich ist. Darüberhinaus erweist sich das aufwendige Aufbringen von DMS auf Prüfkörper großer Serien als besonders unwirtschaftlich.

Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, eine Werkstoffprüfvorrichtung zu schaffen, bei welcher auch unter extremen Prüftemperaturen eine exakte und schnelle Kompensation unerwünschter Biegemomente im Prüfkörper möglich ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß mehrere Linearstellelemente in einer im wesentlichen senkrecht zur Prüfkrafttrichtung stehenden Ebene jeweils zwischen Probeneinspannkopf und Anker prüfkraftübertragend angeordnet sind, wobei sich die Linearstellelemente bezüglich ihrer Verstellrichtung parallel zur Längsachse der Probeneinspannköpfe erstrecken und jeweils einem Linearstellelement ein Kraftmeßsensor zugeordnet ist, und die Kraftmeßsensoren an einen Regler zur kraftabgleichenden Steuerung der Linearstellelemente angeschlossen sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, die Biegemomente im Prüfkörper durch Längsverstellen der Linearstellelemente, entsprechend der von den Sensoren gemessenen Kräfte automatisch und schnell ausgleichbar sind, wodurch ein zeitraubendes Justieren des Probeneinspannkopfes von Hand entfällt. Aufgrund dieser Eigenschaften und Merkmale ist nicht nur eine statische Kompensation der Biegemomente möglich, sondern auch eine kontinuierliche Kompensation bei dynamischen Vorgängen hoher Frequenz. Bei der Werkstoffprüfung großer Serien von Proben, ist die Automatisierung des Prüfvorganges von großem Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit. Diesem Aspekt wird die Erfindung dadurch gerecht, daß die Kraftmeßsensoren jeweils eines Probeneinspannkopfes an einen Regler zur kraftabgleichenden Steuerung der Linearstellelemente angeschlossen sind. Weiterhin ist von Vorteil, daß temperaturempfindliche Meßelemente nicht unmittelbar am Prüfkörper zum Biegemomentenausgleich angebracht werden müssen, so daß Werkstoffversuche in einem weiten Temperaturbereich durchgeführt werden können. Der einfache Aufbau der Vorrichtung erlaubt ein Nachrüsten von Werkstoffprüfvorrichtungen, welche nach dem bisherigen Stand der Technik ausgeführt sind bei geringem Umbauaufwand. Für die hinreichende Bestimmung bzw. für den Ausgleich des Biegemoments sind drei Kraftmeßsensoren hinreichend. Die Erfindung kann jedoch auch mit mehr als drei Kraftmeßsensoren ausgeführt werden, jedoch bedeutet dies ein nicht notwendiger Aufwand.

Eine weitgehend gleichmäßige Belastung der Ausgleichsglieder im Betrieb wird durch die bevorzugte Ausführung der Erfindung nach Anspruch 2 und 3 ermöglicht, wodurch gleich dimensionierte Stellelemente und Kraftmeßsensoren verwendet werden können. Hierdurch vereinfacht sich der Aufbau der Prüfvorrichtung erheblich.

Eine weitere Vereinfachung der Vorrichtung ergibt sich daraus, daß ein Linearstellelement als Verbindungselement konstanter Länge ausgeführt ist. Da für den Biegemomentenausgleich nur Stellbewegungen der Linearstellelemente relativ zueinander notwendig sind, kann für den Ausgleich ein Linearstellelement in der Länge konstant gehalten werden, während die beiden verbleibenden Linearstellelemente die für den Ausgleich notwendigen Bewegungen ausführen. Hierzu ist es zur Kosteneinsparung sinnvoll, das konstante Linearstellelement gegen ein einfacheres Verbindungselement konstanter Länge auszutauschen.

Eine wirtschaftliche Ausführungsform der Erfindung ist durch die Merkmale gemäß Anspruch 5 möglich, da diese die Verwendung kostengünstiger Dehnmeßstreifen (DMS) als Kraftmeßsensoren gemäß Anspruch 6 erlaubt.

Eine hohe Meßempfindlichkeit und -genauigkeit wird durch die biegeelastische Ausbildung der Arme im Bereich der DMS gewährleistet.

Eine alternative Ausbildung der Erfindung, wonach jeweils ein Linearstellelement bezüglich seiner Verstellrichtung koaxial zu Kraftmeßrichtung des Kraftmeßsensors angeordnet ist und Linearstellelement und Kraftmeßsensor miteinander kraftübertragend verbunden sind, gestattet die Verwendung handelsüblicher Kraftmeßdosen als Kraftmeßsensor, wodurch sich bestehende Werkstoffprüfeinrichtungen besonders einfach nachträglich umrüsten lassen.

Ein reaktionsschneller Ausgleichsvorgang wird in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung dadurch er-

möglichst, daß die Linearstellelemente piezoelektrische Translatoren sind, welche feinfühlig, schnelle und spielfreie Stellbewegungen erlauben. Von besonderer Bedeutung für einen exakten Biegemomentausgleich und somit für die hohe Meßgenauigkeit der Werkstoffprüfvorrichtung ist es, daß die piezoelektrischen Translatoren feinste Positionierungen im Nanometer- bis in den Millimeterbereich mit extrem hoher Genauigkeit ausführen. Dabei können Kräfte im Millinewtonbereich bis in den Kilonewtonbereich übertragen werden.

In einer weiteren Ausführung, bei welcher die Linearstellelemente in Verstellrichtung druckvorgespannt sind, ergibt sich eine vergrößerte Zugbelastbarkeit der piezoelektrischen Translatoren, insbesondere beim statischen Zugversuch. Dadurch wird gleichzeitig die Dauerfestigkeit der Stellelemente verbessert. Hierbei erweist sich eine Ausführung als besonders zweckmäßig, bei welcher die Kraftmeßsensoren jeweils einerseits mit dem Probeneinspannkopf und andererseits mit dem Anker, das Linearstellelement elastisch einspannend, verschraubt sind.

Die frühzeitige Erkennung von Anrissen im Prüfkörper während des Prüfvorganges ist durch die bevorzugte Ausführung der Erfindung möglich, wonach die Kraftmeßsensoren zumindest eines Einspannkopfes an eine Einrichtung zur Erkennung von Probenanrissen angeschlossen ist. Da ein Riß im Prüfkörper während des Prüfvorganges eine Verschiebung des Kraftflusses zur Folge hat, führt die Kraftmeßverschiebung zu einer unterschiedlichen Belastung der Linearstellelemente; diese Änderung wird von den Kraftmeßsensoren registriert und kann als Rißwarnung zur Anzeige gebracht werden. Exakte Meßwerte beim Betrieb der Werkstoffprüfvorrichtung unter extremen Temperaturen sind durch die Ausführung der Erfindung nach Anspruch 13 erzielbar, da die im allgemeinen empfindlichen Kraftmeßsensoren außerhalb einer Heiz- oder Kühleinrichtung angeordnet sind und somit temperaturbedingte Meßfehler weitgehend vermieden werden können. Zudem muß bei der Wahl der Versuchstemperatur keine Rücksicht auf zulässige Betriebstemperaturen von Kraftmeßsensoren oder Linearstellelementen genommen werden.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Werkstoffprüfvorrichtung mit schief eingespanntem Prüfkörper in übertriebener Darstellung des Winkelfehlers,

Fig. 2 eine Ausschnittsvergrößerung des oberen Probeneinspannkopfes mit Prüfkörper und Heizvorrichtung, wobei Linearstellelemente und Kraftmeßsensoren in die Zeichenebene geklappt dargestellt sind,

Fig. 3 einen Schnitt gemäß Fig. 2 zur Darstellung der dreieckförmigen Anordnung der Linearstellelemente mit Kraftmeßsensoren,

Fig. 4 einen Ausschnitt des oberen Probenhalters mit Kraftmeßbügel und angeschraubtem Anker, wobei die Arme des Kraftmeßbügels in die Zeichenebene eingeclippt dargestellt sind und

Fig. 5 eine Draufsicht des Kraftmeßbügels.

Fig. 1 zeigt eine Werkstoffprüfeinrichtung 1, auf einem Maschinensockel 2 stehend, mit eingespanntem Prüfkörper 3.

Die Werkstoffprüfvorrichtung 1 weist zwei relativ zueinander verschiebbare Anker 4 und 5 auf, welche mit dem oberen bzw. unteren Einspannkopf 6 und 7 über je drei prüfkraftübertragende Paare von Linearstellele-

menten 8 und Kraftmeßsensoren 9 verbunden sind. Die beiden Einspannköpfe 6 und 7 nehmen den in Prüfkraftrichtung P ausgerichteten Prüfkörper 3 auf, wobei der Prüfkörper 3 zwischen den beiden gegenüberliegenden Einspannköpfen 6 und 7 eingespannt ist. Im Idealfall, d. h. bei fehlerfreier Einspannung des Prüfkörpers 3 in die Einspannköpfe 6 und 7, verläuft die Prüfkraftrichtung P, die Längsachse L des Prüfkörpers 3, die Längsachsen L der Probeneinspannköpfe 6 und 7 und die Verstellrichtung A der Anker 4 und 5 koaxial zueinander. Durch Längsverstellung des oberen oder unteren Ankers 4 bzw. 5 oder beider Anker 4 und 5 wird die Prüfkraft, je nach Richtung der Relativbewegung der Anker 4 und 5 eine Zug- oder Druckkraft, über die Linearstellelemente 8 und Kraftmeßdosen 9 und die Einspannköpfe 6 und 7 in den eingespannten Prüfkörper 3 eingebracht. Je nach Versuchsprogramm sind somit statische oder dynamische Zug- oder Druckversuche durchführbar.

Aufgrund verschiedenster Ursachen wie z. B. Fluchtungsfehler, Fertigungsungenauigkeiten des Prüfkörpers 3 und Ungenauigkeit der Werkstoffprüfmaschine 1 fluchtet die Längsachse L des Prüfkörpers 3 nicht exakt mit den Längsachsen E der Probeneinspannköpfe 6 und 7 bzw. mit der Verstellrichtung A der Anker 4 und 5. Hierdurch treten im Prüfkörper 3 bei steifer Einspannung Biegespannungen auf, welche zu schwer bestimmbareren Meßfehlern oder zum sofortigen Bruch führen. In Fig. 1 ist als Fluchtungsfehler zwecks deutlicherer Darstellung ein übertrieben großer Winkelfehler α zwischen der Längsachse des Prüfkörpers 3 und der Längsachse E des Probeneinspannkopfes 6 bzw. 7 eingezeichnet, welcher sich beispielsweise aus einem schief geschnittenen Gewinde am Prüfkörper 3 ergibt.

Zur weitgehenden Vermeidung der unerwünschten Biegespannung im Prüfkörper 3 sind jeweils zwischen Einspannkopf 6 und 7 und Anker 4 bzw. 5 drei Linearstellelemente 8 und drei Kraftmeßsensoren 9 angeordnet. Die Fig. 2 und 3 zeigen hierzu ein Beispiel der koaxialen Anordnung der Linearstellelemente 8 und Kraftmeßsensoren 9. Hierzu ist jeweils ein Linearstellelement 8 mit einem Kraftmeßsensor 9 kraftübertragend zu einem Ausgleichselement 10 verbunden, wobei die Kraftmeßrichtung K der Kraftmeßsensoren 9 koaxial zur Verstellrichtung V des Linearstellelements 8 verläuft und die Längsachse des Ausgleichselements 10 bilden. Zur Übertragung der Prüfkraft und der Stellbewegungen des Ankers 4, 5 sind die Ausgleichselemente 10 einerseits mit einem Anker 4 bzw. 5 und andererseits mit einem Einspannkopf 6 bzw. 7 verbunden, wobei die Ausgleichselemente 10 parallel zur Längsachse E des dazugehörigen Einspannkopfes angeordnet, in den Ecken eines gedachten, gleichseitigen, senkrecht zur Längsachse E des Einspannkopfes 6 bzw. 7 erstreckenden Dreiecks (s. Fig. 3) mit dem Einspannkopf 6 bzw. 7 verschraubt sind und der Dreiecksmittelpunkt M auf der Längsachse des Einspannkopfes 6 bzw. 7 liegt. Die Druckvorspannung der als piezoelektrische Translatoren ausgebildeten Linearstellelemente 8 erfolgt durch Einspannung zwischen Kraftmeßsensor 9 und Anker 4 bzw. 5 mittels elastischer Dehnverschraubungen 16.

Die Fig. 4 und 5 zeigen ein zweites Beispiel zur Anordnung und Ausbildung der Linearstellelemente 8 und Kraftmeßsensoren 9 zwischen den Ankern 4 und 5 und den Einspannköpfen 6 bzw. 7. Als Träger der Linearstellelemente 8 und Kraftmeßsensoren 9 und als prüfkraftübertragendes Glied zwischen den Ankern 4 und 5 und den Linearstellelementen 8 dient ein dreiarmer

Kraftmeßbügel 11, dessen Arme 12 sternförmig im Winkel von 120° zueinander, in einer senkrecht zur Ankerstellrichtung A erstreckenden Ebene angeordnet und im Zentrum 13 des Kraftmeßbügels 11 miteinander verbunden sind. Die Enden der Arme 12 sind mit jeweils einem Linearstellelement 8 verschraubt, wobei die Verstellachse V der Linearstellelemente 8 die Ebene des Kraftmeßbügels 11 im wesentlichen senkrecht durchdringt. Bei einer Längsverstellung der Linearstellelemente 8 zum Biegemomentenausgleich können sich geringfügige Schiefstellungen der der Linearstellelemente 8 gegenüber der Ebene des Kraftmeßbügels 11 ergeben. Dem Kraftmeßbügel 11 gegenüberliegend, sind die Linearstellelemente 8 mit dem Einspannkopf 6 bzw. 7 verschraubt. Die Verstellachse V der Linearstellelemente 8 verlaufen dabei parallel zur Längsachse E des Einspannkopfes 6 bzw. 7. Die Arme 12 sind in einem, zwischen Zentrum 13 und den Linearstellelemente 8 tragenden Enden erstreckenden Bereich, in Verstellrichtung der Linearstellelemente 8 biegeelastisch ausgeführt. Diese Bereiche sind jeweils mit Dehnmeßstreifen 14 bestückt und dienen somit als Kraftmeßsensoren 9.

Die Kompensation des Biegemoments wird vorgenommen indem die Ausgleichselemente 8 und 9 derart in Längsrichtung ein- bzw. ausgefahren werden, bis jedes Ausgleichselement 10 mit gleicher Zug- bzw. Druckkraft beansprucht wird. Die Addition der Kräfte der drei Ausgleichselemente 10 eines Einspannkopfes 6 bzw. 7 ergibt die Prüfkraft. Bei einer Anordnung der Ausgleichselemente 10 auf einem nicht gleichseitigen Dreieck, sind zum Biegemomentenausgleich die durch die Ausgleichselemente 10 zu übertragenden Kräfte entsprechend der geometrischen Beziehungen der Ausgleichselemente 10 und der Einspannköpfe 6 und 7 zueinander zu bestimmen.

Die Längsverstellung, das Ein- und Ausfahren der Ausgleichselemente 10 wird jeweils von einem Linearstellelement 9 ausgeführt und die Messung der von den Ausgleichselementen 10 zu übertragenden Kraft erfolgt durch die Kraftmeßsensoren 9.

Zur Steuerung der Linearstellelemente 8 zwecks automatischer Biegemomentkompensation sind die Linearstellelemente 8 jeweils eines Einspannkopfes 6 bzw. 7 an einen Regler mit geschlossenem dreifachen Regelkreis angeschlossen. Die erforderliche Stellgröße wird im Regler aus den auftretenden Kräftedifferenzen der drei Kraftmeßsensoren 9 eines Einspannkopfes, welche ein Maß für das Biegemoment sind, bestimmt.

Eine den Prüfkörper umgebende Heizeinrichtung 15 dient zur Prüfung des Prüfkörpers 3 bei unterschiedlichen Temperaturen.

Patentansprüche

1. Werkstoffprüfvorrichtung für Zug- oder Druckversuche von Prüfkörpern mit Biegemomentenausgleich im Prüfkörper, wobei der Prüfkörper im wesentlichen in Prüfkraftrichtung P ausgerichtet, zwischen zwei gegenüberliegende Probeeinspannköpfe einspannbar ist und die Probeeinspannköpfe jeweils mit einem Zug- bzw. Druckkraft erzeugenden Anker verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Linearstellelemente (8) in einer im wesentlichen senkrecht zur Prüfkraftrichtung P stehenden Ebene jeweils zwischen Probeneinspannkopf (6, 7) und Anker (4 bzw. 5) prüfkraftübertragend angeordnet sind, wobei sich die Linearstellelemente (8) bezüglich ihrer Verstellrichtung

V parallel zur Längsachse E der Probeeinspannköpfe (6 bzw. 7) erstrecken, und jeweils einem Linearstellelement (8) ein Kraftmeßsensor (9) zugeordnet ist, und die Kraftmeßsensoren (9) an einen Regler zur kraftabgleichenden Steuerung der Linearstellelemente (8) angeschlossen sind.

2. Werkstoffprüfvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Linearstellelement (8) in der Ecke eines gedachten, in der Ebene liegenden Dreiecks angeordnet ist.

3. Werkstoffprüfvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das gedachte Dreieck gleichseitig ist und der Dreiecksmittelpunkt M auf der Längsachse E des Probeeinspannkopfes (6, 7) liegt.

4. Werkstoffprüfvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß je Probeneinspannkopf (6, 7) ein Linearstellelement (8) als Verbindungselement konstanter Länge ausgeführt ist.

5. Werkstoffprüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anker (4, 5) oder Probeeinspannköpfe (6, 7) jeweils mit dem Zentrum (13) eines dreiarmligen Kraftmeßbügels (11) prüfkraftübertragend verbunden sind und die Linearstellelemente (8) jeweils an den Enden der speichenförmig nach außen sich erstreckende Arme (12) befestigt sind, wobei die Arme (12) jeweils zwischen Zentrum (13) und Linearstellelement (8) als Kraftmeßsensor (9) ausgebildet sind und die Linearstellelemente (8) mit dem Probeeinspannkopf (6, 7) bzw. Anker (4, 5) verbunden sind.

6. Werkstoffprüfvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßsensoren (9) von an den Armen (12) angebrachten Dehnmeßstreifen (14) gebildet werden, wobei die Dehnmeßstreifen (14) an eine Kraftauswerteschaltung angeschlossen sind.

7. Werkstoffprüfvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Arme (12) im Bereich der Dehnmeßstreifen (14) in Prüfkraftrichtung P biegeelastisch ausgeführt sind.

8. Werkstoffprüfvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein Linearstellelement (8) bezüglich seiner Verstellrichtung V koaxial zur Kraftmeßrichtung K des Kraftmeßsensors (9) angeordnet ist und Linearstellelement (8) und Kraftmeßsensor (9) miteinander kraftübertragend verbunden sind.

9. Werkstoffprüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearstellelemente (8) piezoelektrische Translatoren sind.

10. Werkstoffprüfvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Translatoren in Verstellrichtung V druckvorgespannt sind.

11. Verfahren zum Betreiben einer Werkstoffprüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Differenzen der mit den Kraftmeßsensoren (9) jeweils eines Probeeinspannkopfes gemessenen Zug- oder Druckkräfte durch Längsverstellung der Linearstellelemente (8) ausgeglichen werden.

12. Werkstoffprüfvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßsensoren (9) zumindest eines Probeeinspannkopfes (6, 7) an eine Einrichtung zur Erkennung von Rissen im Prüfkörper angeschlossen

sind.

13. Werkstoffprüfvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Prüfkörper von einer Heiz- oder Kühleinrichtung (15) umgeben ist und die Linearstellelemente (8) und Kraftmeßsensoren (9) außerhalb dieser Einrichtung (15) angeordnet sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

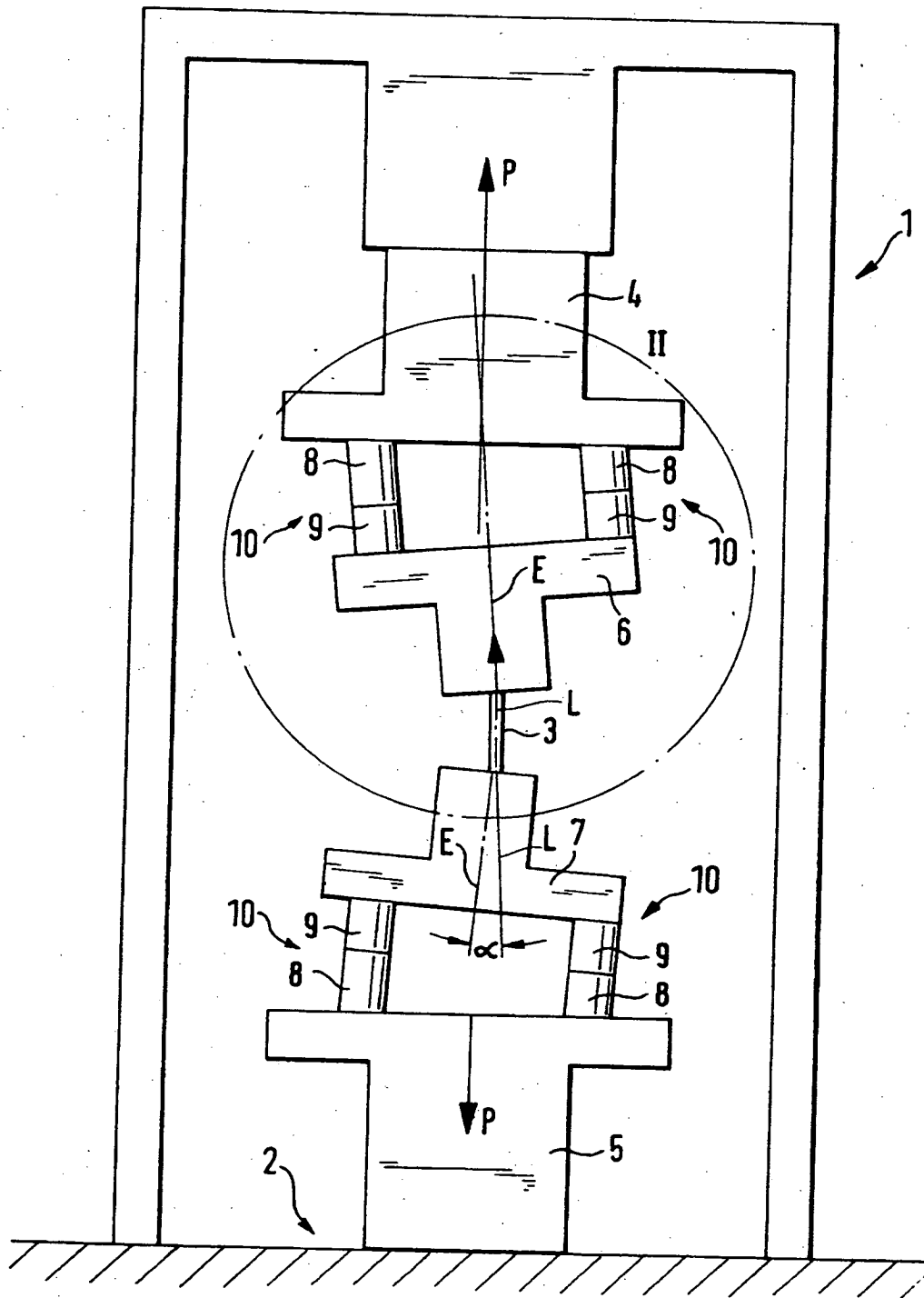
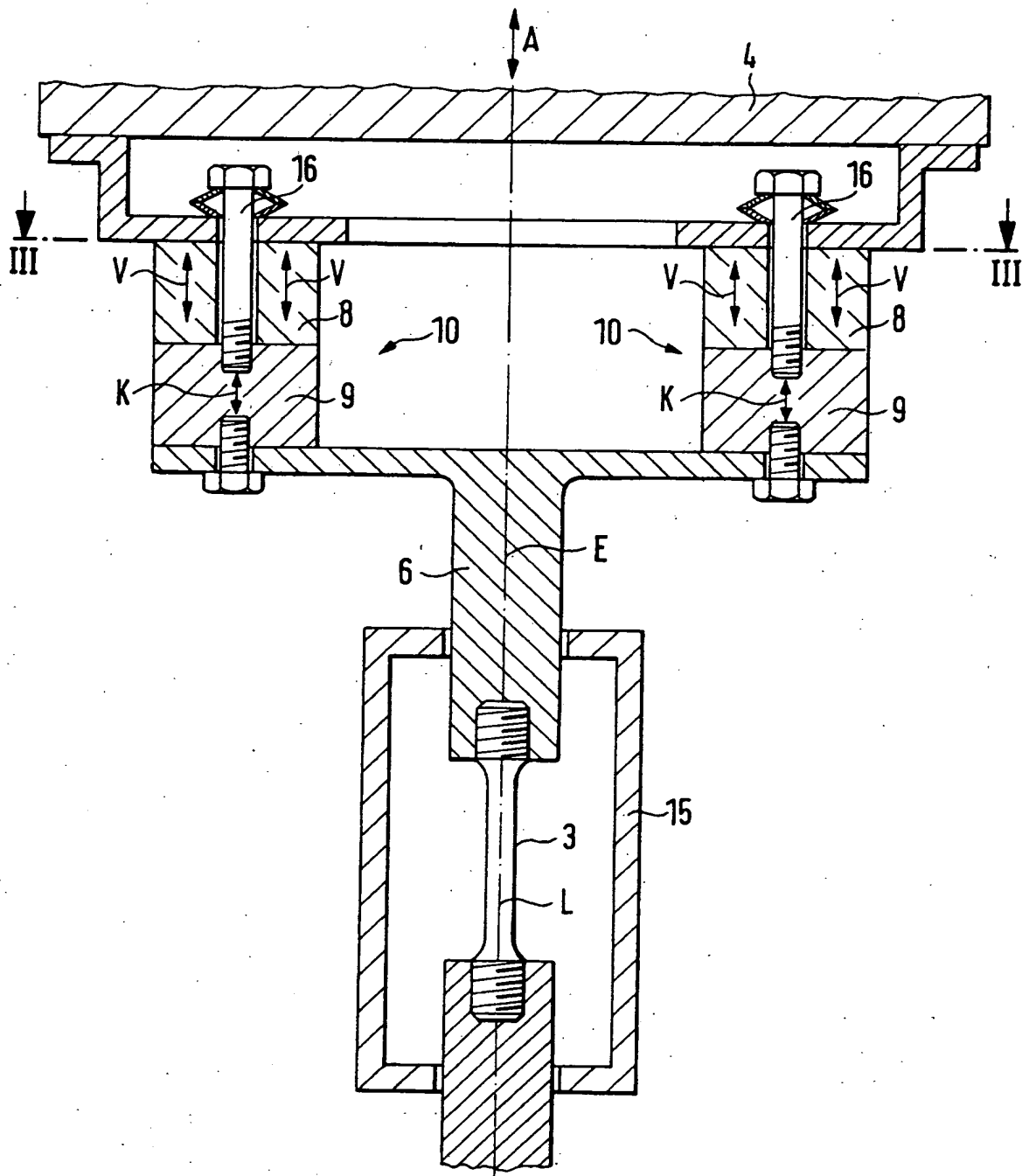


FIG. 1



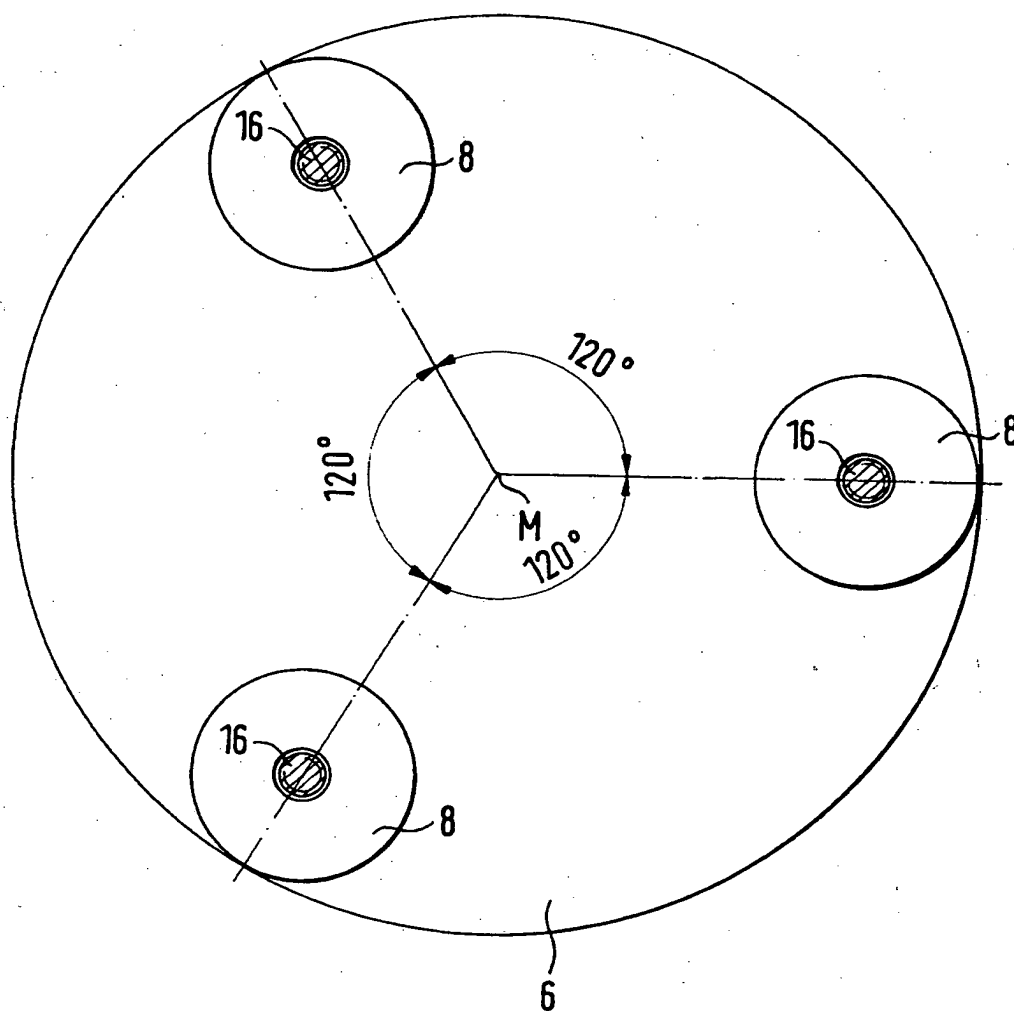


FIG. 3

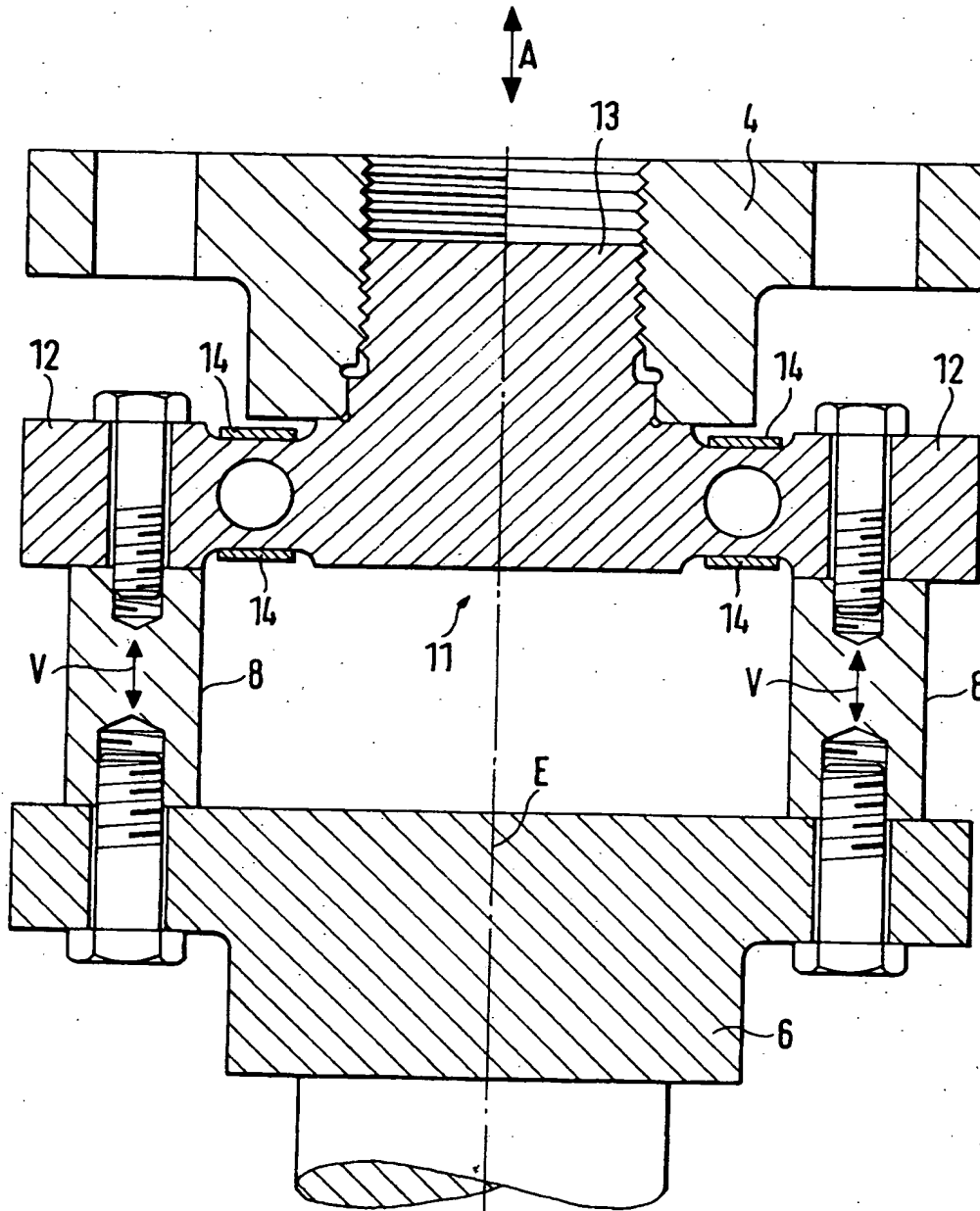


FIG. 4

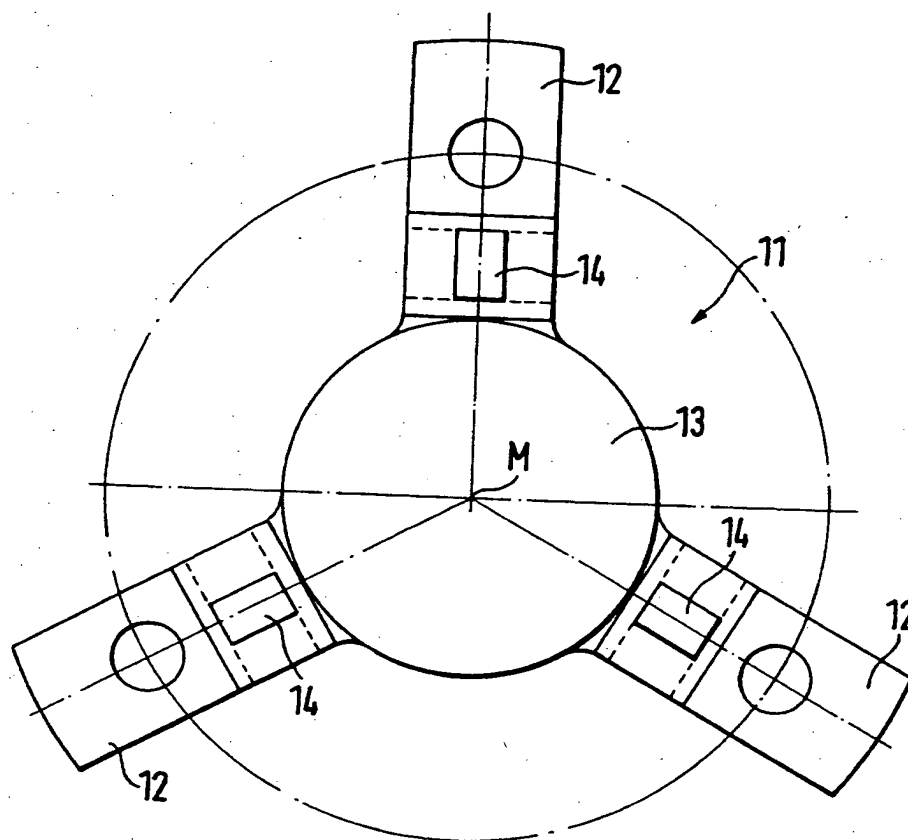
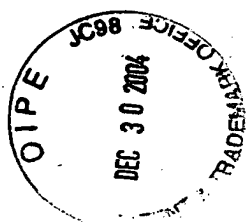


FIG. 5